

IV-430

乗り心地を考慮した工事桁の徐行速度向上の取組み

西日本旅客鉄道（株）正会員○野上 法展

同 上 正会員 寄田 悦夫

同 上 原口 寛

同 上 正会員 後藤田育司

1. はじめに

近年、アーバンネットワーク区間を中心とした、高速・高密度運転区間では、定時性の確保がサービス面で重要となりつつある。一方で道路整備の進捗に伴い、営業線直下での線路下横断構造物の建設工事が増加している。このような工事では、開削工法による場合、「工事桁」架設による仮受け工法が一般的である。しかし、工事桁工法では、長期間の徐行を伴うことが問題となっている。このため当社では、徐行速度の向上に積極的に取組み、このたび「工事桁の徐行速度向上設計・施工指針」を作成した。この取り組みの中で、施工中の計測管理の基準値が問題となった。そこで本論文では、工事桁の速度向上時の挙動と列車動揺の関係について述べたい。

2. 工事桁徐行速度向上設計施工指針の概要

工事桁区間の徐行速度向上のこれまでの取り組みで、以下のような方向づけがなされた。

- (1) 仮設構造物ではあるが、列車荷重を直接受ける構造物であることから、仮設割増しは考慮しない。ただし、架設期間が短いので疲労の影響は考慮しない。
- (2) 速度向上に伴い、桁のたわみが乗り心地に悪影響を及ぼすことから、桁のたわみの許容値は、本設桁同様 $L/800$ とする。
- (3) バタツキの大きい受け台使用中は速度向上を行わない。ただし、桁端部に作用する上揚力に対して十分耐える構造の場合はこれによらない。
- (4) 地震時荷重については、工事桁の共用期間が本設桁に比べて短いことから、レベル1地震動を想定し、従来の設計水平震度0.2Gを用いる。

上記のような方針により、工事桁の設計を行い、速度向上に際して安全性を確保することとした。

3. 速度向上時の桁の挙動

工事桁の下部工の挙動については、鋼管杭の支持力については、十分確保されており、沈下量もごく小さいことから徐行速度向上に問題が無いことが西井ら¹⁾により報告されている。

そこで、今回、徐行速度を100km/hに向上した

場合の上部工挙動について測定を実施した。

- ・測定箇所 東海道本線塚本・尼崎門樋川B v 下り外側線
- ・測定項目 主桁たわみ、支点沈下、発生応力、横桁たわみ、列車動揺測定
- ・徐行速度 60km/h 80km/h 100km/h

ここでは、100km/h速度向上をした場合の主桁のたわみについて着目したい。測定状況、測定結果を図-1、図-2に示す。

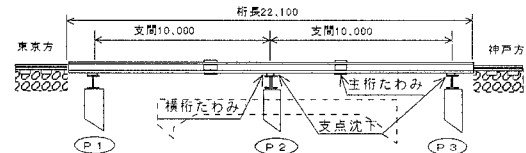


図-1 測定実施状況

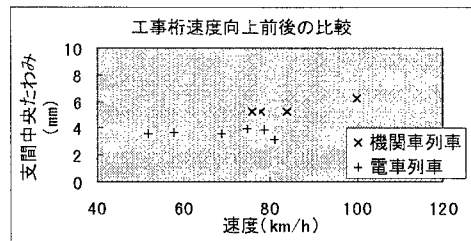


図-2 工事桁の徐行速度向上前後の比較

測定の結果、電車列車、機関車列車共に速度の向上に伴い桁のたわみは大きくなる傾向にあるものの、顕著なたわみの増加は見られなかった。また、いずれの値も当該橋梁のたわみ制限値 ($12.5 \text{ mm} ; 800/L$) を十分下回っており、安全であることが確認できた。なお、徐行速度向上の時間が夜間であったため、100km/hの時の測定は機関車列車のみとなっている。

4. 工事桁箇所の列車動揺

工事桁の構造物としての挙動は、速度向上に際して安全であることが確認できたが、列車の走行性に与える影響についても検討を行う必要がある。ここでは列車動揺の側面から、工事桁の徐行速度向上を検討してみる。

列車動揺管理は、各線区の高速化とともに重要性を増し、在来線高速線区では20m弦を用いた軌道管理を行い乗り心地の確保に努めている。

工事桁の徐行速度向上を求められる線区は、このような高速線区である場合が多く、列車動揺の管理目標値、上下動では0.20G、左右動で0.15G以下とする必要がある。しかし、工事桁の前後区間の軌道整備が困難なこと、本設桁に比べてたわみがやや大きいことなどから、速度向上に際しては、列車動揺の管理目標値がクリティカルとなることが多い。そこで工事桁区間の乗り心地管理のため列車動揺測定を実施した。

列車動揺測定を実施したのは、福知山線三田・新三田間川除Bvで、架道橋新設に伴い枕木抱込み式の工事桁を架設している。現在60km/h徐行を実施しているが、これを80km/hに徐行速度引き上げを計画している。速度向上をした場合の安全性の検討を実施したが、上部工、下部工の変位、発生応力共に問題ないとの結論に達した。しかし、上り線の列車動揺測定で上下動で基準値を上回る0.22Gが測定された。このため動揺発生原因特定のため、工事桁区間のレールレベル測定を実施した。結果を下図に示す。

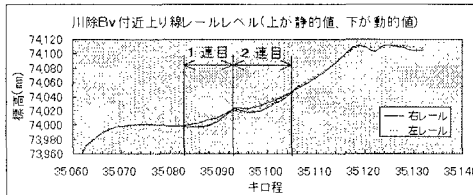


図-3 動揺発生箇所のレベル測量結果

動揺の大きい上り線側のレールレベル測定の結果、当該箇所は縦断勾配が挿入されていることもあり、中間支点付近が高くなっていることが分かる。この部分が動揺発生原因となっているものと思われる。特に中間支点付近では両側のスパンが、列車の通過によりたわむことから、山が大きく出る傾向にある。

車両の固有振動数に近い波長の軌道の高低狂いが列車動揺に大きな影響を与えることはよく知られている。今回の場合、10m弦高低に着目して列車動揺との関係を比較する。

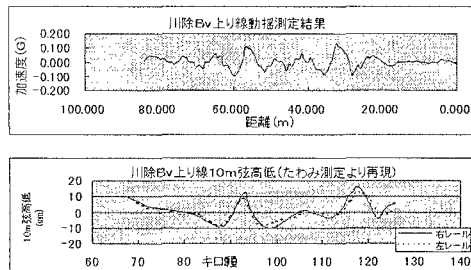


図-4 動揺測定結果と10m弦高低

ここに示した動揺測定結果は、113系電車で測定したもの、10m弦高低は、レベル測量結果にたわみの測定結果を合わせて作成した、動的1

0m弦高低である。両者の間に明確な相関性が見られることがわかる。この結果、動揺発生原因を特定することが可能となり、今回の施工箇所の場合、原因は終点方桁外方の高むらと、2Pの中間支点付近であることが特定できた。

5、工事桁の動揺対策

当該施工箇所では、対策として中間支点の支点降下と、終点方の軌道整備を計画した。しかし、軌道整備による効果は期待できるが、中間支点の調整だけでは、桁のたわみにより発生する高低の軌道狂いは残ることになる。

主桁のたわみについては、L/800まで許容している。一方、支間30m以上の橋桁については、反り(キャンバー)をつけることで乗り心地及び走行安全性への配慮をおこなっている。工事桁の場合、支点の受け替が生じることから、キャンバーをつけることが困難である。このため、中間支点付近の動揺対策としては、軌道パッドによりキャンバー相当分の調整を行う必要がある。

軌道パッドによる対策実施後の10m弦高低の波形を下図に示す。軌道パッドによる調整で動揺の原因となる中間支点付近の山が解消できることがわかる。

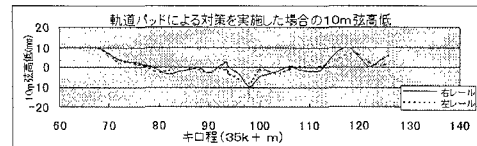


図-5 軌道パッドによる対策を実施後の10m弦高低

6、結論

- (1) 徐行速度の向上に伴い、工事桁のたわみは増加傾向にあるものの、100km/hまでは急激な変化はなく、問題はない。
- (2) 高速線区では、列車動揺管理が工事桁の速度向上を実施する上で決定条件となることがある。
- (3) 列車動揺の発生原因は、レベル測量結果と動的なたわみ測定から10m弦高低を算出して特定することができる。
- (4) 工事桁では乗り心地確保のためキャンバー相当分を軌道パッドによる調整が必要な場合がある。

以上乗り心地を考慮した工事桁徐行速度向上の取り組みについて述べた。当社としては今後も速度向上に必要なデータを収集し、将来的には無徐行を目指して取組んでいきたい。

【参考文献】

- 西井孝也、現場計測による工事桁を支持する杭の安全性検証：第50回年次学術講演会 96-9
 鉄道総合技術研究所、鉄道構造等設計標準・同解説 鋼剛性構造：92-10
 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部建設部、長波長軌道整備マニュアル：94-6